

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-134112

(43)公開日 平成9年(1997)5月20日

(51)Int.Cl.⁶

G 0 3 H 1/08
1/16
1/22

識別記号

序内整理番号

F I

C 0 3 H 1/08
1/16
1/22

技術表示箇所

(21)出願番号

特願平7-314933

(22)出願日

平成7年(1995)11月9日

審査請求 未請求 請求項の数2 FD (全9頁)

(71)出願人 000004329

日本ピクター株式会社

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地

(71)出願人 592256623

通信・放送機構

東京都港区芝2-31-19

(72)発明者 前野 敬一

東京都港区芝2-31-19 通信・放送機構内

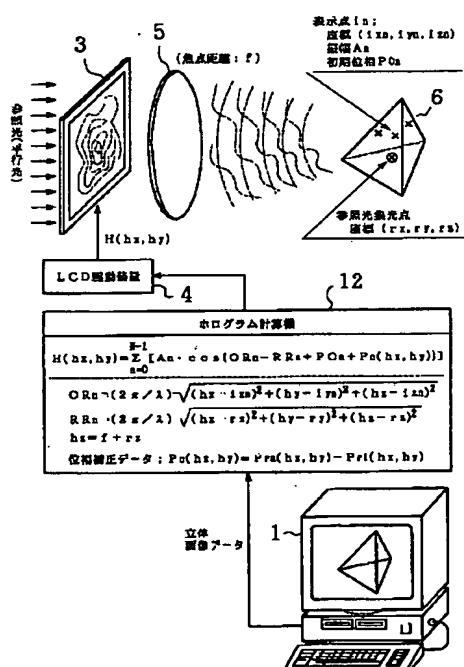
(74)代理人 弁理士 永井 利和

(54)【発明の名称】 計算機ホログラムの補正方法

(57)【要約】

【課題】 計算機ホログラムからフーリエ変換ホログラム方式で立体動画像の再生を行う場合に、再生用光学系の収差を補償して歪のない再生画像を得る。

【解決手段】 参照光の集光点に仮想的点光源を配置させ、実際に使用する再生用レンズ5と収差のない理想的な再生用レンズを用いた場合におけるホログラム配置面(透過型LCD3)での各位相分布を求め、ホログラム配置面の各座標(hx, hy)における位相差を位相補正データPc(hx, hy)としてテーブル化しておき、ホログラム計算機12がホログラムデータH(hx, hy)を生成する際に余弦項に含まれている物体光の位相ORnと参照光の位相RRnの位相差に前記の補正データPc(hx, hy)を加算する。予め、ソフトウェア的に収差の補償を行うことで、複雑で高価な再生用光学系を用いなくても正確な再生画像が得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体光の位相と参照光の位相との位相差の余弦項を含むホログラムデータを用いて生成した計算機ホログラムに平行光である参照光を照射し、その透過光を少なくとも1枚のレンズを含む再生用光学系で収束せしめることにより再生画像を得るホログラフィにおいて、前記参照光の集光点位置に前記参照光と同一波長の仮想的点光源を配置し、前記点光源の光線が実際に使用される再生用光学系を通じて前記計算機ホログラム配置面に入射した場合における第1の位相分布と、前記点光源の光線が収差のない理想的な再生光学系を通じて前記計算機ホログラム配置面に入射した場合における第2の位相分布を求めると共に、前記計算機ホログラム配置面の各座標点について第1の位相分布から得られる位相と第2の位相分布から得られる位相との位相差を補正データとして求めておき、前記ホログラムデータにおける各座標点に係る物体光の位相と参照光の位相の位相差に対して前記の対応座標点に係る補正データを加算することを特徴とした計算機ホログラムの補正方法。

【請求項2】 物体光の位相と参照光の位相との位相差の余弦項を含むホログラムデータを用いて生成した計算機ホログラムに平行光である参照光を照射し、その透過光を少なくとも1枚のレンズを含む再生用光学系で収束せしめることにより再生画像を得るホログラフィにおいて、再生画像の空間領域を複数に分割すると共にその各分割領域について一の代表点を定め、各分割領域に対応する前記計算機ホログラム配置面の各領域に関して、前記代表点位置に前記参照光と同一波長の仮想的点光源を配置し、前記点光源の光線が実際に使用される再生用光学系を通じて前記計算機ホログラム配置面に入射した場合における第1の位相分布と、前記点光源の光線が収差のない理想的な再生光学系を通じて前記計算機ホログラム配置面に入射したと仮定した場合における第2の位相分布を求めると共に、領域内の各座標点について第1の位相分布に基づく位相と第2の位相分布に基づく位相との位相差を補正データとして求めておき、前記の各分割領域に対応した前記ホログラムデータの各座標点に係る物体光の位相と参照光の位相の位相差に対して前記の対応座標点に係る補正データを加算することを特徴とした計算機ホログラムの補正方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は計算機ホログラムの補正方法に係り、3次元物体を対象として作成されたホログラムを空間光変調器に表示させ、それを参照光で読み出すことにより前記物体の立体画像を光学的に再生させる立体映像システムにおいて、読み出し光学系に用いられるレンズの収差に起因して生じる左右の眼に入射する像点のズレを補正する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来から、立体ディスプレイや光情報処理等への応用を目的として、ホログラフィの研究がなされている。このホログラフィは、3次元物体から出る物体光の波面に参照光の波面を合成して得られる干渉縞を記録情報とし、静止物体の場合には感光板等に記録して現像したもの(ホログラム)が一種の回折格子としての機能を有することからそれに参照光(平行光線)を照射して元の波面を再現し、人間の眼の生理機構に矛盾を生じさせない立体画像を得るものであった。

【0003】 しかし、最近では、動画ホログラフィ技術の開発も目覚ましく、コンピュータグラフィックス(CG)装置等で作成した立体画像データを処理してホログラムデータを作成し、それを用いて液晶等の実時間光制御が可能な空間光変調器にホログラムを表示させて立体動画像を得る方式が研究されている。その場合、参照光をホログラムに照射して再生画像を得るが、透過型LCD(液晶表示装置)を用いた空間光変調器では素子の画素密度が粗く、大きな回折効果が得られずにLCDから再生画像の像点位置までの距離が大きくなる。そのため、ホログラムを透過した光を再生用レンズで収束せしめ、その再生用レンズの焦点位置付近に再生画像を得る方式(フーリエ変換ホログラム方式)が採用されている。

【0004】 具体的には、動画ホログラフィにおける画像再生システムでは図4に示されるような構成が採用される。同図において、1は立体画像データを作成するCG装置、2はCG装置1から入力される立体画像データを処理してホログラムデータH(hx, hy)を作成するホログラム計算機、3は透過型LCD、4はホログラム計算機2が作成したホログラムデータH(hx, hy)に基づいて透過型LCD3を制御するLCD駆動装置、5は再生用レンズ(平凸レンズ)であり、透過型LCD3の背面側から照射された参照光(平行光)は液晶が形成したホログラムで回折しながら透過し、再生用レンズ5で収束せしめられてその焦点位置付近に立体画像6が再生される。

【0005】 そして、フーリエ変換ホログラムの計算方法には次の2種類の方法がある。第1の方法は、所謂レンズレスフーリエ変換といわれるものであり、ホログラム面(透過型LCD3)から再生用レンズ5の焦点距離fだけ離隔した面にある一の参照点からの発散光(参照光と同一波長:λ)の波面と、その近傍に存在する表示像の各点からの発散光(波長:λ)の波面との干渉を計算することによりホログラムデータH(hx, hy)を求める方法である。また、第2の方法は、フーリエ変換光学系の再生用レンズ5の焦点付近に構成される再生像点について、予め再生用レンズ5の共役像点を求めておき、その共役像点を参照点とした発散光(波長:λ)の波面と、平行光である参照光の干渉を計算することによりホログラムデータH(hx, hy)を求める方法である。即ち、これらの方法は、双方とも再生用レンズ5での屈折を計算することなくホログラムデータH(hx, hy)を求めるものであ

る。

【0006】ここで、第1の方法(レンズレスフーリエ変換)によって求められるホログラムデータ $H(h_x, h_y)$ は、図4に示すように、N点からなる表示点(インデックス; $n=0, 1, 2, \dots, N-1$)の座標を (i_xn, i_yn, i_zn) 、その各表示点での光振幅を A_n 、初期位相を POn とし、ま

$$H(h_x, h_y) = \sum_{n=0}^{N-1} (A_n \cdot \cos(\Omega R_n - R R_n + POn))$$

但し、

$$\Omega R_n = (2\pi/\lambda) \sqrt{(h_x - i_xn)^2 + (h_y - i_yn)^2 + (h_z - i_zn)^2}$$

$$R R_n = (2\pi/\lambda) \sqrt{(h_x - r_x)^2 + (h_y - r_y)^2 + (h_z - r_z)^2}$$

$$h_z = f + r_z$$

【0008】この数式1において、 ΩR_n は物体光の位相を、 $R R_n$ は参照光の位相を示しており、それらの位相差の余弦と光振幅の積が各表示点に係る干渉縞を表すホログラムデータ $H(h_x, h_y)$ である。従って、図4に示すように、ホログラム計算機2は前記のホログラムデータ $H(h_x, h_y)$ を求める演算プログラムを内蔵しており、立体画像データを順次演算処理してLCD駆動装置4へ出力し、透過型LCD3に $H(h_x, h_y)$ 対応した画像が時系列的に表示され、その結果、再生用レンズ5の焦点付近に立体動画像6が再生されることになる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前記のホログラムデータ $H(h_x, h_y)$ はレンズなしの状態又は収差のない理想レンズを使用した状態を仮定した計算によって求められている。しかし、実際の再生用レンズ5には収差が存在し、図5に示すように透過型LCD3のホログラムに基づいて再生された表示点の波面は同一点に集光せず、光束が再生用レンズ5を透過する位置によって最も集光度が高くなる位置が異なってしまう。従って、同図に示すように左眼と右眼に入射する各光束に係る像点がズれることになり、ホログラフィ方式を用いているにも関わらず、実際の像点と異なる位置に眼球の輻輳と調節が合った状態となって、結果的に歪が生じた偽の像を観察してしまうことになる。

【0010】この問題点を解決する手段として、予め再生用レンズ5を透過したときの参照光の波面を各表示点について計算し、ホログラムデータ $H(h_x, h_y)$ を補正するというソフトウェア的手段や、再生用レンズ5自体を複数枚の組合せ構成にして収差補正を行うハードウェア的手段が考えられる。しかし、前者のソフトウェア的手段によると、各表示点に関して再生用レンズ5の全面にわたる屈折計算を伴うためにその演算量が膨大なものになり、ホログラム計算機2のテーブル容量や処理のスループットを考慮すると、動画像ホログラフィに適用するには非現実的である。また、後者のハードウェア的手段では、動画像ホログラフィの場合には大口径で透明度の高いレンズを用いるため、高精度な組合せレンズを製造

たレンズ5の焦点距離を f 、参照光(波長: λ)の集光点位置(再生用レンズ5の焦点位置)の座標を (r_x, r_y, r_z) とすると、次の数式1で与えられる。

【0007】

【数1】

するには莫大なコストを要するという不利がある。

【0011】そこで、本発明は、前記の再生用レンズに起因する収差の問題について、ホログラムデータ $H(h_x, h_y)$ を補正するソフトウェア的手段を採用するが、その演算量がそれほど大きくならず、動画像ホログラフィに対して最適な計算機ホログラムの補正方法を提供することを目的として創作された。

【0012】

【課題を解決するための手段】第1の発明は、物体光の位相と参照光の位相との位相差の余弦項を含むホログラムデータを用いて生成した計算機ホログラムに平行光である参照光を照射し、その透過光を少なくとも1枚のレンズを含む再生用光学系で収束せしめることにより再生画像を得るホログラフィにおいて、前記参照光の集光点位置に前記参照光と同一波長の仮想的点光源を配置し、前記点光源の光線が実際に使用される再生用光学系を通じて前記計算機ホログラム配置面に入射した場合における第1の位相分布と、前記点光源の光線が収差のない理想的な再生光学系を通じて前記計算機ホログラム配置面に入射した場合における第2の位相分布を求めると共に、前記計算機ホログラム配置面の各座標点について第1の位相分布から得られる位相と第2の位相分布から得られる位相との位相差を補正データとして求めておき、前記ホログラムデータにおける各座標点に係る物体光の位相と参照光の位相との位相差に対して前記の対応座標点に係る補正データを加算することを特徴とした計算機ホログラムの補正方法に係る。

【0013】図5に示したように、実際に使用される再生用光学系(单一の再生用レンズ又はレンズを含む収束光学系)は多かれ少なかれ収差を有している。ホログラムデータにおける物体光の位相と参照光の位相との位相差の余弦項は物体光と参照光の干渉縞を表すものであるが、再生用光学系の収差があると各光の波面の位相がズレて正確な結像状態が得られなくなる。この発明では、再生用光学系の焦点距離から求まる参照光の集光点位置に仮想的点光源を配置し、実際に使用される再生用光学系を通じた場合と収差が存在しない理想的な再生用光学

系を使用した場合における計算機プログラム配置面での第1及び第2の位相分布から、実際に使用される再生用光学系の収差に起因した各像点での位相差を求めてい
る。従って、その位相差を補正データとしてホログラムデータの余弦項に含まれている各座標点に係る物体光の位相と参照光の位相の位相差に加算すると、データ上で予め収差が補償されることになり、実際の光路においても再生光学系の収差がキャンセルされて理想的な再生画像の結像を実現できる。

【0014】第2の発明は、上記と同様の構成を有するホログラフィにおいて、再生画像の空間領域を複数に分割すると共にその各分割領域について一の代表点を定め、各分割領域に対応する前記計算機ホログラム配置面の各領域に関して、前記代表点位置に前記参照光と同一波長の仮想的点光源を配置し、前記点光源の光線が実際に使用される再生用光学系を通じて前記計算機ホログラム配置面に入射した場合における第1の位相分布と、前記点光源の光線が収差のない理想的な再生光学系を通じて前記計算機ホログラム配置面に入射したと仮定した場合における第2の位相分布を求めると共に、領域内の各座標点について第1の位相分布に基づく位相と第2の位相分布に基づく位相との位相差を補正データとして求めておき、前記の各分割領域に対応した前記ホログラムデータの各座標点に係る物体光の位相と参照光の位相の位相差に対して前記の対応座標点に係る補正データを加算することを特徴とした計算機ホログラムの補正方法に係る。

【0015】再生用光学系による収差の現れ方は、図5に示すようにその光学系と結像点の位置関係によって特徴的に定まり、結像点の位置が近ければ同様の収差が現れることになる。第1の発明では、結像点の空間的位置の如何を問わずに、仮想的点光源の位置を参照光の集光点位置と一律に定めて第1及び第2の位相分布を求めていたため、前記の点光源の位置から遠い結像点に関して

$$H(hx, hy) = \sum_{n=0}^{N-1} [A_n \cdot \cos(O R_n - R R_n + P On + Pc(hx, hy))]$$

但し、

$$O R_n = (2\pi/\lambda) \sqrt{(hx - i x_n)^2 + (hy - i y_n)^2 + (hz - i z_n)^2}$$

$$R R_n = (2\pi/\lambda) \sqrt{(hx - r x)^2 + (hy - r y)^2 + (hz - r z)^2}$$

$$hz = f + rz$$

【0019】ここに、位相補正データ $Pc(hx, hy)$ はホログラム計算機12の補正データテーブルに格納されており、そのテーブルは次のような手順で作成されている。先ず、図2(A)に示すように、再生用レンズ5の焦点距離 f から求められる参照光の集光点[座標: $(r x, r y, r z)$]に参照光と同一波長の仮想的点光源を配置し、その発散光が再生用レンズ5を通じて透過型LCD3の配置面(ホログラム配置面)に到達した場合の位相分布 Da を求める。即ち、再生用レンズ5に対する発散光の各光

は完全な収差補償ができなくなる。この発明では、再生画像の空間領域を複数に分割すると共に各分割領域に関して一の代表点を定め、その各代表点に仮想的点光源を配置させることによって各分割領域毎に各座標に係る補正データを作成するようしている。即ち、点光源を参照光の集光点位置ではなく各代表点に配置する点で異なるが、基本的には第1の発明を各領域別に適用して補正データを得る。従って、この発明によれば、より緻密な収差補償が実現でき、再生画像全体にわたって歪のない理想的な結像状態が得られる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の計算機ホログラムの補正方法についての実施形態を図1から図3を用いて詳細に説明する。

《実施形態1》先ず、図1は本実施形態に係る動画ホログラフィの画像再生システムの構成を示すが、ホログラム計算機12以外の各構成要素は図4のシステムと同様であり、ここではそれらについての説明を省略する。この実施形態は、ホログラム計算機12がCG装置1から入力される立体画像データからホログラムデータ $H(hx, hy)$ を求める際に、余弦項に含まれている物体光の位相と参照光の位相との位相差に位相補正データ $Pc(hx, hy)$ を加算する点に特徴がある。

【0017】具体的には、図4のホログラム計算機2ではホログラムデータを上記の式1として求めており、その余弦項は単純に物体光の位相 $O R_n$ と参照光の位相 $R R_n$ との位相差に初期位相 $P On$ を加えた $c \cos(O R_n - R R_n + P On)$ で求められているが、この実施形態のホログラム計算機12では、次の式2に示すように、前記位相 $(O R_n - R R_n + P On)$ に対して位相補正データ $Pc(hx, hy)$ を加算している。

【0018】

【数2】

線の入射位置について既知である再生用レンズ5の曲率と屈折率を用いた計算を行うことによりホログラム配置面に到達する各位置の座標 (hx, hy) が定まり、各光線の光路長と発散光の波長から位相分布 Da を求めることができる。次に、図2(B)に示すように、再生用レンズ5を収差のない理想的なレンズ5aと仮定した場合において、前記の点光源の各光線がホログラム配置面に到達する各位置の座標 (hx, hy) を求め、同様にして位相分布 Db を求める。そして、ホログラム配置面の各位置の

座標(hx, hy)について前記の位相分布Da及びDbで与えられる位相をそれぞれPra(hx, hy)及びPri(hx, hy)とした場合に、Pc(hx, hy)=Pra(hx, hy)-Pri(hx, hy)として位相補正データを求め、その位相補正データPc(hx, hy)を各座標データ(hx, hy)に対応させて補正データテーブルが構成されている。

【0020】画像再生においては、立体画像データの転送を受けたホログラム計算機12は各座標データ(hx, hy)を検出し、補正データテーブルからその座標データ(hx, hy)に対応した位相補正データPc(hx, hy)を読み出し、そのデータPc(hx, hy)を前記の式2に示すように余弦項に組込んでLCD駆動装置4へ出力させる。従って、透過型LCD3は式2のホログラムデータH(hx, hy)に基づいてホログラムを構成し、図1に示すようにそのホログラムを透過した参照光が再生用レンズ5で各表示点の座標位置(i xn, i yn, i zn)に収束されて再生画像が結像せしめられるが、再生用レンズ5の収差に起因する位相差分は予めホログラムデータH(hx, hy)に組込まれた位相補正データPc(hx, hy)で補正され、理想的な再生用レンズ5aを用いた場合と同様の再生画像が得られることになる。

【0021】《実施形態2》前記の実施形態1では、参照光の集光点位置[座標;(rx, ry, rz)]に仮想的点光源を配置させて実際に使用される再生用レンズ5と理想的な再生用レンズ5aを用いた場合におけるホログラム配置面での各位相分布から位相補正データPc(hx, hy)を求めていた。その場合、各位相分布全体を参照光の集光点位置を基準にしているため、その位置座標(rx, ry, rz)の近傍については良好な位相補償が得られるが、その座標から遠い領域の結像点では位相補償の効果が十分に得られずに再生画像に歪が生じる。

【0022】そこで、この実施形態では、補正データテーブルの作成段階で図3に示すような領域分割による工夫を施し、再生画像が全体的に位相補償されるようにする。先ず、再生画像の空間領域をM個に分割すると共に各分割領域に関して一の代表点を定める。尚、図3ではM個の分割領域の内の領域mと領域m+1についてのみ示されており、分割領域mにはn(m){=0~N(m-1)}個の表示点が、領域m+1にはn(m+1){=0~N(m)}個の表示点が含まれている。

【0023】次に、各空間領域の代表点に参照光と同一

$$H(hx, hy) = \sum_{m=1}^M \sum_{n(m)=0}^{N(m-1)} [A_n(m) \cdot \cos\{\Omega R_n(m) - RR_n(m) + POn(m) + Pcm(hx, hy)\}]$$

但し、

$$\begin{aligned} \Omega R_n(m) &= (2\pi/\lambda) \sqrt{(hx - i x_n(m))^2 + (hy - i y_n(m))^2 + (hz - i z_n(m))^2} \\ RR_n(m) &= (2\pi/\lambda) \sqrt{(hx - rx)^2 + (hy - ry)^2 + (hz - rz)^2} \end{aligned}$$

$$hz = f + rz$$

【0028】即ち、実施形態1における式2の代わり

波長の仮想的点光源を配置し、実施形態1の場合と同様の手順で、実際に使用される再生用レンズ5を用いた場合と理想的な再生用レンズ5aを用いた場合について前記の各空間領域に対応したホログラム配置面の領域内における位相分布を求める。

【0024】例えば、図3は領域mの代表点[座標;(IGXm, IGYm, I GZm)]に仮想的点光源を配置し、同図の(A)は実際に使用される再生用レンズ5の場合、同図の(B)は理想的な再生用レンズ5aを用いた場合を示してあり、それぞれの場合について前記の点光源から発散する各光線が前記の座標(IGXm, IGYm, I GZm)から各レンズ5, 5'を通じて領域mに対応したホログラム配置面上の領域Smに到達した場合の光路長を求め、各場合の領域Smにおける位相分布Dam, Dbmを求める。そして、領域mに含まれているn(m)個の各表示点に対応したホログラム配置面の領域Sm内の座標(hx, hy)について、位相分布Damから求められる位相をPam(hx, hy)、位相分布Dbmから求められる位相をPim(hx, hy)とした場合に、その座標(hx, hy)に係る位相補正データをPcm(hx, hy)=Pam(hx, hy)-Pim(hx, hy)とする。

【0025】このようにして、空間領域mの表示点に対応したホログラム配置面の領域Smに含まれるn(m)個の座標(hx, hy)に係る位相補正データPcm(hx, hy)が求まるが、更にM個の空間領域全てについて同様の手順で位相補正データPcm(hx, hy)を求めておき、それらのデータをホログラム配置面の領域データSmと座標データ(hx, hy)に対応させて補正データテーブルを構成する。

【0026】画像再生においては、立体画像データの転送を受けたホログラム計算機12が各座標データ(hx, hy)を検出すると共にその座標がホログラム配置面での何れの領域に属するかを確認し、前記の補正データテーブルからその該当領域と座標データ(hx, hy)に対応せしめられている位相補正データPcm(hx, hy)を読み出し、そのデータPcm(hx, hy)を次の式3に示すように余弦項へ組み、式3で演算されたホログラムデータH(hx, hy)をLCD駆動装置4へ出力させる。

【0027】

【数3】

に式3による演算によりホログラムデータH(hx, hy)

y)が求められ、その位相補正データ $P_{cm}(hx, hy)$ には分割領域 m ($m = 1 \sim M$) 毎に代表点をとることで基準を変化させた位相分布 D_{am}, D_{bm} から求められた位相差が適用される。従って、再生用レンズ 5 で結像せしめられた再生画像は各分割領域毎に位相補償を施したものとなり、全体的に歪のない再生画像を得ることが可能になる。

【0029】

【発明の効果】本発明の計算機プログラムの補正方法は、以上の構成を有することにより、次のような効果を奏する。請求項 1 の発明は、物体光の位相と参照光の位相との位相差の余弦項を含むプログラムデータを用いて生成した計算機プログラムに平行光である参照光を照射し、その透過光を少なくとも 1 枚のレンズを含む再生用光学系で収束せしめることにより再生画像を得るホログラフィにおいて、再生用光学系が有する収差によって再生画像に歪が生じるという問題点を、比較的簡単な計算で求められる位相補正データを用いて前記の収差をソフトウェア的に補償することを可能にする。その結果、収差補正のための複雑で高価な再生用光学系を用いずに、簡単な単一の平凸レンズ等を用いても歪のない立体画像を表示することが可能になり、また画像再生システムの製造コストの低減化を実現する。請求項 2 の発明は、再生画像の空間領域を複数領域に分割し、各領域毎により適切な位相補正データを用いるようにし、その緻密な収差の補正によって再生画像全体について歪のない

画像再生を得ることを可能にする。即ち、請求項 1 の発明では、参照光の集光点位置を基準にして求められる位相補正データを用いているためにその位置から遠く離れた領域の再生画像に歪が生じ易いが、この請求項の発明では、各領域毎に設定した代表点位置を基準にして求めた位相補正データを用いているため、個々の領域において位相補正データの誤差が極めて小さくなり、再生画像全体にわたって均等で効果的な補正が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の計算機プログラムの補正方法の実施形態に係る動画ホログラフィの画像再生システムの構成図である。

【図 2】実施形態 1 における位相補正データを求める場合の手順を示す図である。

【図 3】実施形態 2 における位相補正データを求める場合の手順を示す図である。

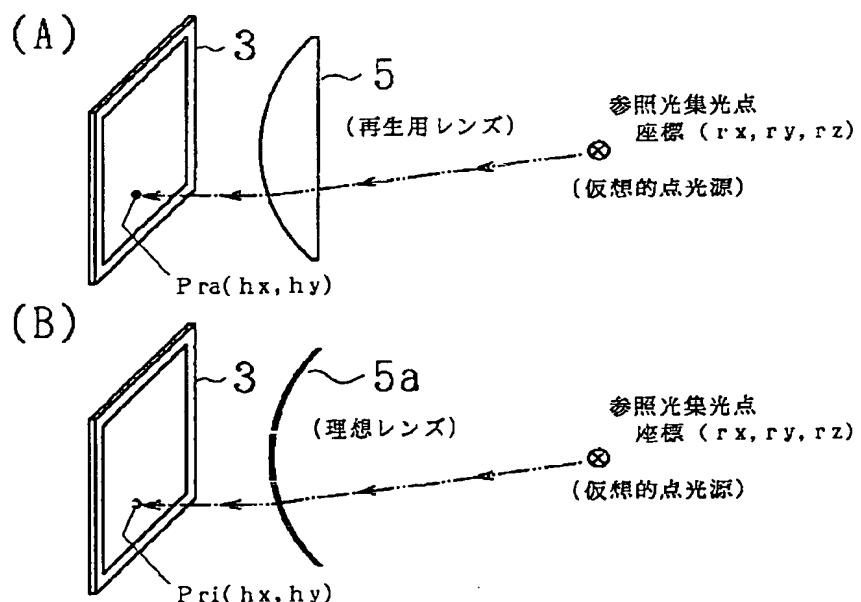
【図 4】従来の動画ホログラフィの画像再生システムの構成図である。

【図 5】再生用レンズの収差によって再生画像の視覚的な像点位置がズレてしまう現象を説明するための図である。

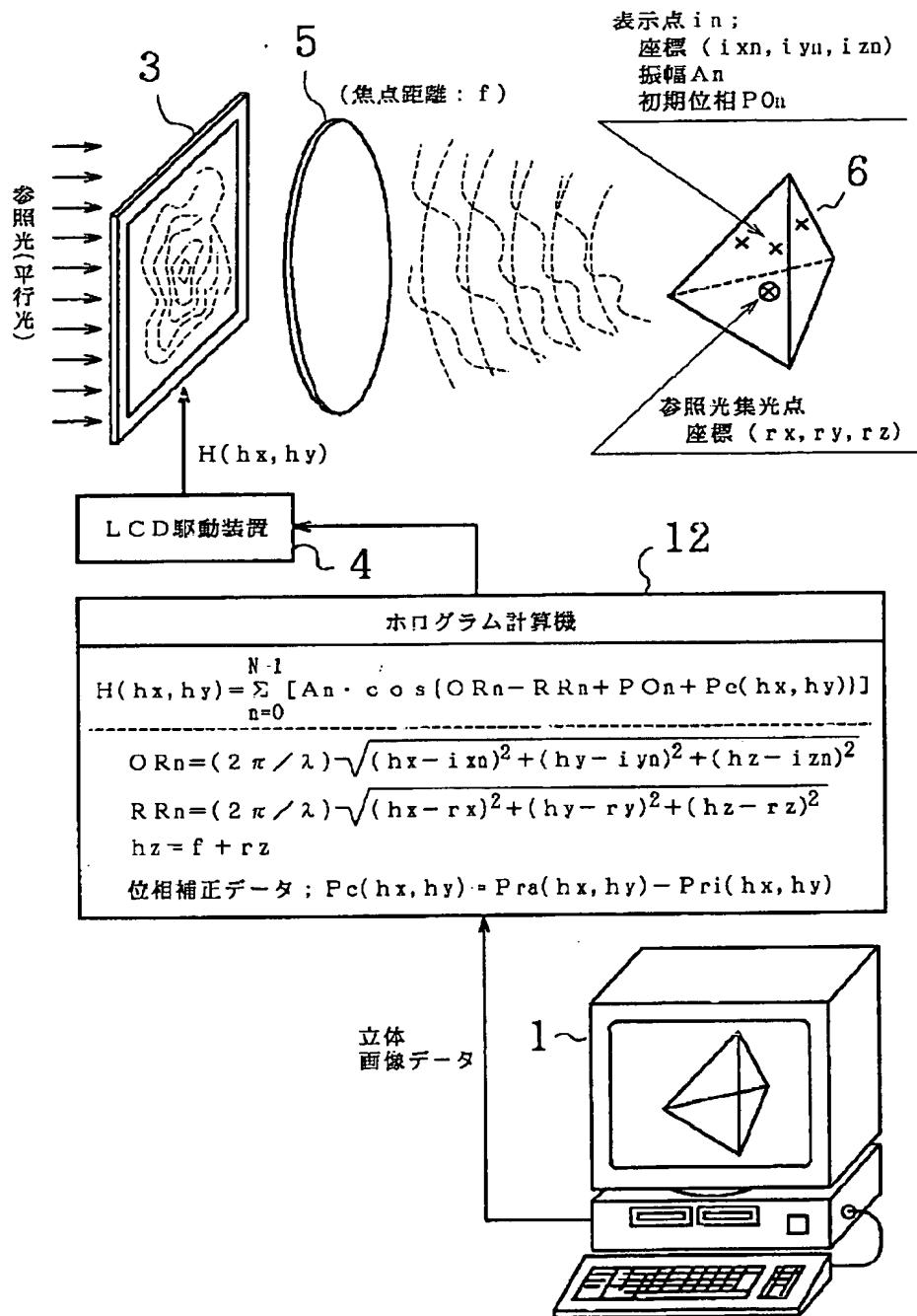
【符号の説明】

1…CG 装置、2, 12…ホログラム計算機、3…透過型 LCD (計算機ホログラム配置面)、4…LCD 駆動装置、5…再生用レンズ (再生用光学系)、6…立体画像。

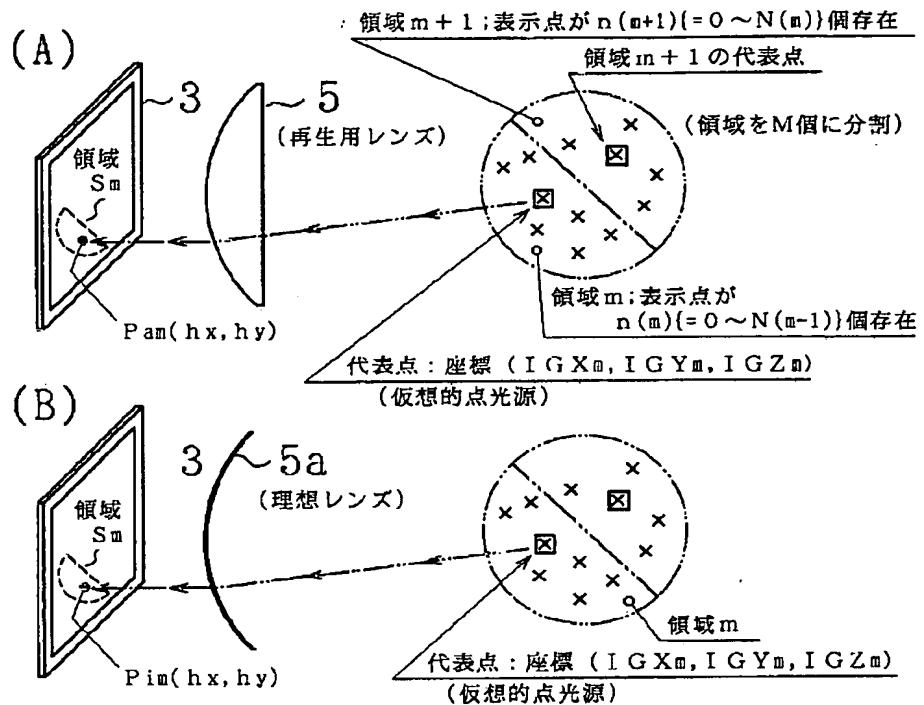
【図 2】



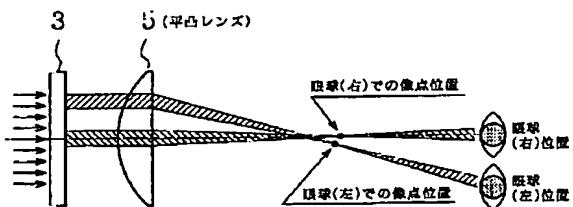
【図1】



【図3】



【図5】



【図4】

